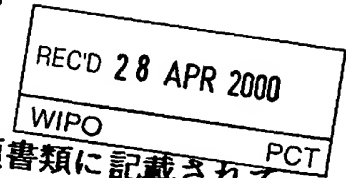


PCT/JP00/01540
14.03.00

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 3月26日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第083178号

出願人
Applicant(s):

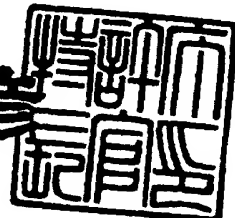
株式会社ニコン

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 4月14日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3025844

【書類名】 特許願

【整理番号】 98-01805

【提出日】 平成11年 3月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

 【氏名】 近藤 誠

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

 【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

 【識別番号】 100098165

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大森 聡

 【電話番号】 044-900-8346

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019840

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9115388

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法及び装置、並びに前記方法を用いたデバイス又はマスクの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、前記各パターンよりも大きいパターンを前記基板上に露光する露光方法において、

複数のパターンを互いに交差する第 1 方向及び第 2 方向にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、

4 個のパターンが隣接する領域では該 4 個のパターンの角部を互いに重ね合わせて露光すると共に、

前記 4 個のパターンをそれぞれ露光する際に、該パターンの前記角部の露光量を前記第 1 方向に沿って外側に次第に減少する第 1 特性と、前記第 2 方向に沿って外側に次第に減少する第 2 特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定することを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 前記隣接する 4 個のパターンの内の一つのパターンの前記角部を露光する際に、

前記角部の前記第 1 方向及び第 2 方向の幅をそれぞれ a 及び b として、前記角部の頂点を原点として前記第 1 方向及び第 2 方向に沿って前記角部の内側に増加する座標をそれぞれ x 及び y とすると、

前記角部での露光量を $(x/a) \cdot (y/b)$ に比例する値に設定することを特徴とする請求項 1 記載の露光方法。

【請求項 3】 基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、前記各パターンよりも大きいパターンを前記基板上に露光する露光方法において、

複数のパターンを互いに交差する第 1 方向及び第 2 方向にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、

4 個のパターンが隣接する領域ではそれぞれ斜めに対向する第 1 及び第 2 の一対のパターンの内で、前記第 1 の一対のパターンについてはそれぞれの矩形の角

部を互いに重ね合わせて露光すると共に、

前記第 2 の一対のパターンについてはそれぞれの三角形の角部を前記矩形の角部の内部で隣接させて露光することを特徴とする露光方法。

【請求項 4】 前記第 2 の一対のパターンをそれぞれ露光する際に、該パターンの前記三角形の角部の露光量を前記第 1 方向に沿って外側に次第に減少する第 1 特性と、前記第 2 方向に沿って外側に次第に減少する第 2 特性とを加算した特性に基づいて設定し、

前記第 1 の一対のパターンをそれぞれ露光する際に、該パターンの前記角部の露光量を外側に次第に一次元的に減少する特性に基づいて設定することを特徴とする露光方法。

【請求項 5】 マスクのパターンを基板上に転写する露光装置において、
前記マスクを照明する照明光学系と、

前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、前記マスク上の照明領域を設定する視野絞りと、

前記基板の位置決めを行う基板ステージと、

前記マスクのパターン面の近傍の面、又は前記パターン面に対する共役面若しくはその近傍の面上に配置されて、前記パターン面の交差する第 1 方向及び第 2 方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域の少なくとも一つの角部に対応する領域の露光用の照明光に対する透過率を、前記第 1 方向に沿って外側に次第に減少する第 1 特性と、前記第 2 方向に沿って外側に次第に減少する第 2 特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定する減光フィルタと、
を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 6】 マスクのパターンを基板上に転写する露光装置において、
前記マスクを照明する照明光学系と、

前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、前記マスク上の照明領域を設定する視野絞りと、

前記基板の位置決めを行う基板ステージと、

前記マスクのパターン面の近傍の面、又は前記パターン面に対する共役面若しくはその近傍の面上に配置された減光フィルタと、を有し、

該減光フィルタは、前記パターン面の互いに交差する第 1 方向及び第 2 方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域のそれぞれ斜めに対向する第 1 及び第 2 の一対の角部の内で、前記第 1 の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を前記第 1 方向に沿って外側に次第に減少する第 1 特性、又は前記第 2 方向に沿って外側に次第に減少する第 2 特性に基づいて設定し、

前記第 2 の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を、該一対の角部の対向する方向に沿って外側に広がった三角形の領域内で、前記第 1 方向に沿って外側に次第に減少する第 1 特性と前記第 2 方向に沿って外側に次第に減少する第 2 特性とを加算した特性に基づいて設定することを特徴とする露光装置。

【請求項 7】 前記減光フィルタを露光用の照明光の光軸に垂直な面内で位置決めする位置決め部材と、

前記減光フィルタのフィルタ面から所定間隔離れた位置に配置された防塵膜と、を有することを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光装置。

【請求項 8】 前記減光フィルタは、前記視野絞りとの間に前記防塵膜が設定されるように、前記照明光学系内で前記視野絞りに近接して配置されることを特徴とする請求項 7 記載の露光装置。

【請求項 9】 前記減光フィルタは、前記照明光学系内で、前記マスクのパターン面に対する共役面から所定距離だけ離れて配置されることを特徴とする請求項 8 記載の露光装置。

【請求項 10】 前記マスク上のマークと前記減光フィルタ上のマークとを検出するマーク検出系と、前記マーク検出系の検出結果に基づいて前記減光フィルタを移動する駆動機構とを更に備えたことを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光装置。

【請求項 11】 前記駆動機構は、前記照明光学系の光軸と垂直な面内で前記減光フィルタを移動することを特徴とする請求項 10 記載の露光装置。

【請求項 12】 前記減光フィルタは、前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対する共役面から所定距離だけ離れて配置されることを特徴とする請求項 10 又は 11 記載の露光装置。

【請求項 13】 前記駆動機構は、前記共役面との位置関係を調整するために、前記減光フィルタを前記照明光学系の光軸に沿って移動可能であり、且つ前記光軸と垂直な面に対して傾斜可能であることを特徴とする請求項 12 記載の露光装置。

【請求項 14】 請求項 5～13 のいずれか一項記載の露光装置によって複数のマスターパターンの画面継ぎを行ってデバイスパターンが形成されることを特徴とするマスク。

【請求項 15】 請求項 1～4 のいずれか一項記載の露光方法を用いて、デバイスパターンを感光基板上に転写する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 16】 請求項 5～13 のいずれか一項記載の露光装置を用いて、デバイスパターンを感光基板上に転写する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 17】 請求項 1～4 の何れか一項記載の露光方法を用いたマスクの製造方法であって、

前記露光方法を用いてマスク基板上に複数のマスクパターンを画面継ぎを行いながら転写する工程を含むことを特徴とするマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子、撮像素子（CCD等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程で使用される露光方法及び露光装置に関し、特に複数個のパターンを画面継ぎを行いながら転写（つなぎ露光）して大きなパターンを露光する場合に使用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の半導体集積回路は、一般にマスクとして一枚のレチクルのパターンを基板としてのウエハ上の各ショット領域に転写する工程を繰り返すことによって製造されていた。これに対して最近、大型化した半導体集積回路デバイスの製造

を行うために、転写すべき一つの回路パターンの原版パターンを複数枚のレチクルのパターンに分割し、この複数枚のレチクルのパターンをウエハ上の一つのショット領域に画面継ぎを行いながら転写する、即ちつなぎ露光する露光方法が用いられている。つなぎ露光は、「画角合成」とも呼ばれている。

【0003】

ステッパー等の投影露光装置を用いてつなぎ露光を行う際には、レチクルパターンの描画誤差、投影光学系の収差、及びレチクルやウエハを位置決めするためのステージの位置決め誤差等に起因して、複数のレチクルのパターンの像の継ぎ部（境界部）でパターンの切断が生じる恐れがある。このようなパターンの切断を防止するため、従来より隣接するパターンの像の継ぎ部を微少な幅だけ重ね合わせて露光を行う方法が開発されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記の如く画面継ぎを行いながら露光を行う際には、継ぎ部としての重ね合わせ部で二重露光を行っていた。しかしながら、単に二重露光を行うと、その部分の積算露光量が2倍になり、ウエハに塗布された感光剤（レジスト）の特性によっては、現像及びエッチング等を行った後のパターンの継ぎ部の線幅が変化するという不都合がある。

【0005】

そのような継ぎ部でのパターンの線幅の変化を回避するために、例えばレチクルに対して共役となる面に配置された光学フィルタ中で、その継ぎ部に相当する領域に露光光の透過光量を外側に向けて線形に減少させる減光部を設けた投影露光装置が提案されている。この場合、例えば一次元方向に隣接する2つのパターンの像の重ね合わせ部では、二重露光の際の露光量の分布が互いに対称に傾斜した分布となるため、重ね合わせ部での積算露光量は他の部分の積算露光量と一致する。言い換えると、その際の重ね合わせ部の減光特性は1次元の関数で規定されていたことになる。

【0006】

これに関して、最近では半導体集積回路が更に大型化しているため、複数枚のレ

チクルのパターンの像を2次元的に高精度に継ぎ合わせて露光する必要性が高まっている。しかしながら、重ね合わせ部の減光特性が所定方向に一次的に減少している状態で、そのように2次元的に画面継ぎを行う場合、隣接する4枚のパターンの像の角部が重なる領域では、4重露光後の積算露光量がその他の部分での積算露光量と異なるようになって、その角部に形成される回路パターンの線幅が変化するという不都合がある。

【0007】

本発明は斯かる点に鑑み、複数枚のパターンを2次元的に画面継ぎを行いながら露光する場合、4枚のパターンが隣接する部分での積算露光量が他の部分での積算露光量（露光量）とほぼ同じになるような露光方法を提供することを第1の目的とする。

更に本発明は、そのような露光方法を実施できる露光装置を提供することを第2の目的とする。

【0008】

更に本発明は、そのような露光方法を使用するデバイス又はマスクの製造方法を提供することをも目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の露光方法は、基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、その各パターンよりも大きいパターンをその基板上に露光する露光方法において、複数のパターン（30A～30D）を互いに交差する第1方向（X方向）及び第2方向（Y方向）にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、4個のパターンが隣接する領域（31）ではこの4個のパターンの角部を互いに重ね合わせて露光すると共に、その4個のパターンをそれぞれ露光する際に、このパターンの角部の露光量をその第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、その第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定するものである。

【0010】

斯かる本発明によれば、その4個のパターンの角部での露光量の減光特性がそ

れぞれ 2 次元的な特性に設定されているため、4 重露光後の積算露光量は他の部分での積算露光量とほぼ同じになる。また、その 2 次元的な特性は、互いに交差する一次元的な特性を掛け合わせたものであるため、例えばそのような減光特性を有する減光フィルタを容易に製造することができる。

【0011】

この場合、その隣接する 4 個のパターンの内の一つのパターンのその角部を露光する際に、例えば図 4 に示すように、その角部のその第 1 方向及び第 2 方向の幅をそれぞれ a 及び b として、その角部の頂点を原点としてその第 1 方向及び第 2 方向に沿ってその角部の内側に増加する座標をそれぞれ x 及び y とすると、その角部での露光量を $(x/a) \cdot (y/b)$ に比例する値に設定することが望ましい。他の 3 個の角部でもそれぞれその特性を次第に回転した特性に設定することによって、4 重露光後の角部の積算露光量は他の部分での積算露光量と正確に一致する。

【0012】

次に、本発明による第 2 の露光方法は、基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、その各パターンよりも大きいパターンをその基板上に露光する露光方法において、複数のパターン (32A~32D) を互いに交差する第 1 方向 (X 方向) 及び第 2 方向 (Y 方向) にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、4 個のパターンが隣接する領域 (33, 34) ではそれぞれ斜めに対向する第 1 及び第 2 の一对のパターンの内で、その第 1 の一对のパターン (32A, 32D) についてはそれぞれの矩形の角部を互いに重ね合わせて露光すると共に、その第 2 の一对のパターン (32B, 32C) についてはそれぞれの三角形の角部 (33, 34) をその矩形の角部の内部で隣接させて露光するものである。

【0013】

斯かる本発明によれば、その 4 個のパターンが隣接する領域の一方の三角形の領域 (33) では、隣接する 3 個のパターン (32A, 32B, 32D) の角部が重ね合わせて露光され、他方の三角形の領域 (34) では、隣接する 3 個のパターン (32A, 32C, 32D) の角部が重ね合わせて露光される。そして、

それらの角部はそれぞれ外側に向けて所定の特性で露光量が減少しているため、積算露光量は他の領域とほぼ等しくなる。

【0014】

次に、本発明の第1の露光装置は、マスク(R)のパターンを基板(W)上に転写する露光装置において、そのマスクを照明する照明光学系(1~3, 6~8)と、その照明光学系内でそのマスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、そのマスク上の照明領域を設定する視野絞り(4)と、その基板の位置決めを行う基板ステージ(25)と、そのマスクのパターン面の近傍の面、又はそのパターン面に対する共役面の近傍の面上に配置されて、そのパターン面の交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域の少なくとも一つの角部に対応する領域の露光用の照明光に対する透過率を、その第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、その第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定する減光フィルタ(55)と、を有するものである。この露光装置によって、本発明の第1の露光方法が使用できる。

【0015】

また、本発明による第2の露光装置は、その第1の露光装置の減光フィルタの代わりに、次のような特性を持つ減光フィルタ(56)を設けたものである。即ち、この減光フィルタは、このパターン面の互いに交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域のそれぞれ斜めに対向する第1及び第2の一对の角部の内で、その第1の一对の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率をその第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性、又はその第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性に基づいて設定し、その第2の一对の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を、この一对の角部の対向する方向に沿って外側に広がった三角形の領域内で、その第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性とその第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを加算した特性に基づいて設定するものである。この第2の露光装置によって、上記の第2の露光方法が使用できる。

【0016】

また、本発明によるデバイス製造方法は、本発明の露光方法を用いるか、又は本発明の露光装置を用いて、デバイスパターンを感光基板上に転写する工程を含むものである。

また、本発明によるマスクの製造方法は、本発明の露光方法を用いたマスクの製造方法であって、その露光方法を用いてマスク基板上に複数のマスクパターンを画面継ぎを行いながら転写する工程を含むものである。この際に複数のマスクパターンを縮小転写することによって、そのマスク基板上に直接電子線描画装置等を用いてマスクパターンを描画する方式に比べて、高精度かつ高スループットにマスクを量産できる。

【0017】

また、本発明によるマスクは、本発明の露光方法又は露光装置によって画面継ぎを行いながら転写されたデバイスパターンをマスクパターンとするものである。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施の形態につき図面を参照して説明する。

図1は、本例の投影露光装置の概略構成を示し、この図1において、露光時に光源1から射出された露光用の照明光（露光光）ILは、不図示のシャッタを通過してミラーM1で反射された後、インプットレンズ及びオブティカル・インテグレータ（フライアイレンズ又はロッドレンズ）等を含む照度均一化光学系2に入射して、照度分布が均一化される。照度均一化光学系2中で転写対象のレチクルRのパターン面に対するフーリエ変換面には、照明光の開口数、ひいてはコヒーレンスファクタ（ σ 値）を決定する開口絞り（不図示）が配置されている。

【0019】

照度均一化光学系2を通過した照明光ILは、リレーレンズ3を経て可変視野絞りとしてのレチクルブラインド4に入射する。レチクルブラインド4は、一例として図2に示すように、2枚の移動自在のL字型の遮光板41、42の4箇所のエッジ41A、41B、42A、42Bで囲まれる可変開口（斜線を施した領域）Sによって、レチクルR上の照明領域（露光画角）を決定する。

【0020】

図1において、レチクルブラインド4を通過した照明光ILは、濃度フィルタ55を通過して後述のように画面継ぎを行いながら露光（つなぎ露光）する際に適した照度分布を与えられる。即ち、減光フィルタとしての濃度フィルタ55は、つなぎ露光する際の継ぎ部の積算露光量を他の部分の積算露光量と同一にするための透過率分布を有している（詳細後述）。濃度フィルタ55を通過した照明光は、リレーレンズ6、光路折り曲げ用のミラー7及びコンデンサレンズ8を経て、転写用の原版パターンの形成されたレチクルRのパターン面（下面）を照明する。リレーレンズ6及びコンデンサレンズ8に関してレチクルRのパターン面に共役な面を面P1とすると、レチクルブラインド4の配置面は面P1に近接し、濃度フィルタ55のフィルタ形成面は面P1から僅かにレチクルR側にずれた位置に設定されている。濃度フィルタ55の作用によって、照明光ILはレチクルRのパターン領域の周辺部で次第に小さくなる照度分布を有し、レチクルRの照明領域内のパターンは、投影光学系PLを介して投影倍率 β （ β は $1/4$ 、 $1/5$ 等）で、基板としてのフォトリソグが塗布されたウエハ（wafer）W上に投影される。

【0021】

光源1、ミラーM1、照度均一化光学系2、リレーレンズ3、レチクルブラインド4、濃度フィルタ55、リレーレンズ6、ミラー7、及びコンデンサレンズ8等から照明光学系が構成されている。照明光ILとして、本例では水銀ランプのi線（波長365nm）が使用されているが、解像度を高めるためには、照明光ILとしてKrF（波長248nm）やArF（波長193nm）等のエキシマレーザー光、F₂レーザー光（波長157nm）、Ar₂レーザー光又はYAGレーザーの高調波等のより短波長の紫外光を使用することが望ましい。以下、投影光学系PLの光軸に平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で図1の紙面に平行にX軸を、図1の紙面に垂直にY軸を取って説明する。

【0022】

このときレチクルRはレチクルステージ21上に保持され、レチクルステージ21はレチクルベース22上をX方向、Y方向、回転方向に微動して、レチクル

Rの位置決めを行う。レチクルステージ22の位置は、レチクルステージ駆動系23内に組み込まれたレーザ干渉計によって計測され、この計測値及び装置全体の動作を統轄制御する主制御系24からの制御情報に基づいて、レチクルステージ駆動系23はレチクルステージ21の動作を制御する。

【0023】

一方、ウエハWは、不図示のウエハホルダを介してウエハステージ25上に保持され、ウエハステージ25はウエハベース26上でX方向、Y方向にステップ移動する。ウエハステージ25のXY平面内での位置はレーザ干渉計27によって計測され、この計測値及び主制御系24からの制御情報に基づいて、ウエハステージ駆動系28はウエハステージ25の動作を制御する。更に、ウエハステージ25は、オートフォーカス方式でウエハWの表面を投影光学系PLの像面に合わせ込む。ウエハステージ25上のウエハWの近傍には、ピンホールを通過した光を集光して光電変換する照度センサ63が固定され、マーク検出系としても機能する照度センサ63の検出信号が主制御系24に供給されている。

【0024】

また、レチクルステージ21の近傍には、不図示であるがレチクルステージ21上のレチクルを交換するレチクルローダ、及び画面継ぎに使用される複数のレチクルが収納されたレチクルライブラリが設置され、レチクルステージ21上のレチクルRを別のレチクルと高速に交換できるように構成されている。

そして、露光時には、ウエハW上の一つのショット領域中の所定の部分へのレチクルRのパターンの縮小像の露光が終わると、ウエハステージ25のステップ移動によってウエハW上の次のショット領域の対応する部分が投影光学系PLの露光領域に移動して露光を行うという動作が、ステップ・アンド・リピート方式で繰り返される。その後、レチクルRが別のレチクルと交換され、交換されたレチクルのパターンの縮小像がそのウエハW上の各ショット領域に対して画面継ぎを行いながら露光され、以下レチクルの交換と、つなぎ露光とが繰り返される。

【0025】

なお、複数枚のレチクルを使用する代わりに、レチクルRとして大型のレチクルを使用し、このレチクルのパターン面からレチクルブラインド4によって順次

選択された複数のパターンを画面継ぎを行いながらウエハ上の各ショット領域に転写するようにしてもよい。

また、濃度フィルタ 55 は、可動テーブル 53 及び可動テーブル 52 を介して不図示のベース（図 3 のベース 51）上に 6 自由度で移動できるように配置されており、主制御系 24 が駆動系 29 を介して濃度フィルタ 55 の位置及び傾斜角を制御できるように構成されている。可動テーブル 52、53 等から濃度フィルタ 55 の位置決め装置 5 が構成されている。同様にレチクルブラインド 4 の開口の形状も不図示の駆動系を介して主制御系 24 が設定することができる。

【0026】

さて、本例の投影露光装置では、ウエハ W 上の各ショット領域への露光に際して、上記のように複数のレチクルのパターンの縮小像を画面継ぎを行いながら露光（つなぎ露光）する。この際に、隣接する 2 つのパターンの縮小像の境界部では所定幅の継ぎ部（つなぎ部）を重ね合わせて露光すると共に、4 個のパターンの縮小像が隣接する領域では、その 4 個の縮小像のそれぞれの隅の継ぎ部としての角部を重ね合わせて露光する。これによって、最終的にその継ぎ部に形成される回路パターンの切断を防止している。

【0027】

ところが、単に複数の縮小像を重ね合わせて露光すると、積算露光量が他の部分よりも増加してしまうため、本例では濃度フィルタ 55 を用いて各レチクルのパターンの縮小像を露光する際に、その周辺部の照度（ひいては露光量）を低くしている。なお、そのようにつなぎ露光する際に、レチクルパターンによってはその継ぎ部に必ずしもデバイス用の回路パターンが存在しないこともあり得る。この場合でも積算露光量をその他の領域に合わせるために、濃度フィルタ 55 が有効である。以下、濃度フィルタ 55 の支持方法、フィルタの構成及び使用方法につき説明する。

【0028】

まず、図 1 において、本例では濃度フィルタ 55 のフィルタ面の透過率分布によってレチクル R のパターン面での照度分布を設定するため、理論的にはそのフィルタ面はレチクル R のパターン面と共役な面 P1 上にあるのが望ましいが、こ

の際にそのフィルタ面に欠陥部や塵等の異物が存在すると、その欠陥部や異物もレチクルRのパターンと共にウエハW上に転写される恐れがある。そこで、濃度フィルタ55のフィルタ面は、面P1から僅かに離れた位置（デフォーカスされた位置）に配置されている。但し、そのフィルタ面の異物を少なくできる環境下では、その濃度フィルタ55のフィルタ面を面P1上に設置してもよい。

【0029】

この場合、つなぎ露光後のデバイスの線幅精度等を向上させようとする、継ぎ部での照明光ILの照度分布を高精度に制御する必要があると共に、レチクルRと濃度フィルタ55との相対的な位置決め精度を高める必要がある。例えば、図5において、X方向に隣接する投影像30Aと投影像30Bとを継ぎ部30ABで重ね合わせて露光する場合、継ぎ部30ABのX方向の幅は一定に値に維持する必要があり、照度分布の均一性から図1の濃度フィルタ55の面P1に対するデフォーカス量は、周辺でほぼ等しくする必要がある。

【0030】

そこで、レチクルRと濃度フィルタ55との相対的な位置関係を所定の状態に設定するために、可動テーブル52、53を含む位置決め装置5が使用される。

図3は、濃度フィルタ55用の位置決め装置5の構成例を示し、この図3において、図1のウエハステージ25上でのX方向、Y方向、Z方向に対応する方向をそれぞれX方向、Y方向、Z方向としている。そして、可動テーブル53の開口部61を覆うように濃度フィルタ55が設置され、可動テーブル52の開口部を覆うように可動テーブル53が設置され、可動テーブル52はベース51上に取り付けられている。この場合、可動テーブル52は、3軸の駆動モータ52A～52Cによってベース51に対してX方向、Y方向への並進移動と、Z軸の回りの回転との3自由度の微調整ができるように配置され、可動テーブル53は、3個の駆動モータ53Dによって可動テーブル52に対してZ方向への並進移動と、X軸の回り及びY軸の回りの回転との3自由度の微調整ができるように配置される。6軸の駆動モータ52A～52C、53Dにはそれぞれ移動量又は回転角を検出するエンコーダが備えられ、これらのエンコーダの検出結果が図1の駆動系29に供給されている。

【0031】

また、図1において主制御系24が、投影光学系PLの露光領域に照度センサ63を移動させて、露光用の照明光ILの照射を開始させた後、ウエハステージ25を駆動して照度センサ63でその露光領域を横切らせて、ウエハステージ25の座標に対応させて照度センサ63の検出信号を取り込むことによって、濃度フィルタ55の位置及び回転角をモニタする。この際に、例えば濃度フィルタ55及びレチクルRの双方に対応するように位置合わせ用マークを設けておき、これらの位置合わせ用マークの像の位置も検出することによって、濃度フィルタ55のレチクルR上での投影像と、レチクルRとの位置関係を高精度に検出することができる。主制御系24は、このように検出される位置関係が所定の関係になるように、駆動系29を介して駆動モータ52A～52C、53Dの動作を制御することによって、濃度フィルタ55の位置決めを行う。

【0032】

この際に、濃度フィルタ55の周辺の2箇所の位置合わせ用マークの像のコントラストより対応する位置のデフォーカス量を求め、このデフォーカス量が等しくなるように濃度フィルタ55の光軸に沿った方向の位置を制御してもよい。

なお、図3において、駆動モータ52A～52C、53Dの代わりにマニュアル駆動のマイクロメータヘッドを使用して、例えば露光中断中にオペレータが手で濃度フィルタ55の位置を調整するようにしてもよい。

【0033】

また、濃度フィルタ55を他の透過率分布を有する濃度フィルタと交換するようにしてもよい。このように濃度フィルタを交換する際には、可動テーブル53に設けられた取っ手62を用いて、可動テーブル52から可動テーブル53を引き抜けばよい。

次に、濃度フィルタ55のフィルタの透過率分布につき説明する。

【0034】

図4(a)は、濃度フィルタ55のフィルタ部の透過率分布を示す図であり、図4(a)において、図1のX方向、Y方向に対応する方向をそれぞれx方向、y方向としてある。また、濃度フィルタ55のフィルタ部に形成されている格子

パターンは、座標を示すために仮想的に描いたパターンであり、実際にはそのフィルタ部内の透過率は1（100%）と0（0%）との間で実質的に連続的に変化している。即ち、そのフィルタ部内には極めて微細な多数のドットパターンが、位置によって各ドットパターンの大きさと密度とを変えて所望の透過率分布が得られるように形成されている。なお、透過率が1であるとは、濃度フィルタ55用の透過性の基板自体の透過率をいう。

【0035】

そのような濃度フィルタ55は、透過性の基板上にクロム等の遮光膜を形成し、その上に電子線レジストを塗布し、その上に電子線描画装置によって対応するパターンを描画した後、現像、エッチング及びレジスト剥離等の工程を経ることによって製造することができる。この製造工程で一部の領域に欠陥又は連続するエッジ等が形成された場合でも、そのフィルタ面はレチクルRとの共役面からデフォーカスしているため、その欠陥等がウエハ上に転写されることはない。そこで、その濃度フィルタ55のデフォーカス量は、濃度フィルタ55の製造時の電子線描画装置の描画精度、及びウエハ上での露光量（ドーズ）の誤差に対する許容度等をも考慮して設定される。

【0036】

図4（a）の濃度フィルタ55の矩形のフィルタ部において、つなぎ露光する際に重ね合わせて露光するx方向の両端の継ぎ部（重ね合わせ部）55a、55bの幅をa、y方向の両端の継ぎ部（重ね合わせ部）55c、55dの幅をbとして、継ぎ部55a～55dで囲まれた内部の領域のx方向の幅を a_0 、y方向の幅を b_0 とする。また、その矩形のフィルタ部の左下の頂点を位置x及び位置yの原点とすると、そのフィルタ部のx方向及びy方向の範囲は次のようになる。

【0037】

$$0 \leq x \leq 2a + a_0, \quad 0 \leq y \leq 2b + b_0$$

そして、フィルタ部内の座標（x, y）の点Pでの透過率を $T(x, y)$ とすると、透過率 $T(x, y)$ は次のように領域（Ai）（ $i = 1 \sim 9$ ）別に TA_i に設定されている。なお、透過率 TA_i に比例してウエハ上での露光量 Q_i が決定される。

ため、透過率 TA_i を露光量 Q_i で置き換えることも可能である。この場合には、100%とは最大露光量を意味することになる。

【0038】

領域 (A1) : $0 \leq x < a, 0 \leq y < b$

$$TA_1 = 100 (x/a) \cdot (y/b) [\%] \quad (1)$$

領域 (A2) : $a \leq x \leq a + a_0, 0 \leq y < b$

$$TA_2 = 100 (y/b) [\%] \quad (2)$$

領域 (A3) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0, 0 \leq y < b$

$$TA_3 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\}/a] \cdot (y/b) [\%] \quad (3)$$

領域 (A4) : $0 \leq x < a, b \leq y \leq b + b_0$

$$TA_4 = 100 (x/a) [\%] \quad (4)$$

領域 (A5) : $a \leq x \leq a + a_0, b \leq y \leq b + b_0$

$$TA_5 = 100 [\%] \quad (5)$$

領域 (A6) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0, b \leq y \leq b + b_0$

$$TA_6 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\}/a] [\%] \quad (6)$$

領域 (A7) : $0 \leq x < a, b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$TA_7 = 100 (x/a) \cdot [1 - \{y - (b + b_0)\}/b] [\%] \quad (7)$$

領域 (A8) : $a \leq x \leq a + a_0, b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$TA_8 = 100 [1 - \{y - (b + b_0)\}/b] [\%] \quad (8)$$

領域 (A9) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0, b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$TA_9 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\}/a] \cdot [1 - \{y - (b + b_0)\}/b] [\%] \quad (9)$$

【0039】

そのフィルタ部の外部の領域では、以下のようなになる。

$$T(x, y) = 0 [\%] \quad (10)$$

【0040】

この場合、フィルタ領域の左下の矩形の角部である領域 (A1) の透過率 TA_1 は、 x 方向に外側に一次元的に低下する分布 (x/a) と、 y 方向に外側に一次元的に低下する分布 (y/a) とを掛け合わせた分布である。また、フィルタ

領域の右下、左上、及び右上の矩形の角部の領域の透過率 TA_3 、 TA_7 及び TA_9 も、それぞれ x 方向に外側に一次的に低下する分布と、 y 方向に外側に一次的に低下する分布とを掛け合わせた分布である。また、図4 (a) の BB 線に沿う領域での透過率 T は、図4 (b) に示すように位置 x が0から a に変化するのに応じて、位置 x に関して線形に0から1 (100%) まで変化しており、同様に図4 (a) の CC 線に沿う領域での透過率 T は、図4 (c) に示すように位置 y が0から b に変化するのに応じて、位置 y に関して線形に0から1 (100%) まで変化している。

【0041】

本例では、図4 (a) の透過率分布を持つ濃度フィルタ55を介して図1のレチクルRのパターンを照明して、そのパターンの縮小像をウエハW上の一つのショット領域内の一部に露光する。その後、順次レチクルステージ21上のレチクルを別のレチクルに交換し、ウエハステージ25を介してウエハWを所定量だけステップ移動させた後、交換されたレチクルのパターンを濃度フィルタ55を介して照明して、そのパターンの縮小像をウエハW上の当該ショット領域の別の部分に露光することによって、隣接する縮小像の中で、図4 (a) の継ぎ部55a～55dに対応する領域（これも「継ぎ部」という）を重ね合わせて露光する。このように X 方向、及び Y 方向に画面継ぎを行いつつウエハW上の当該ショット領域上に複数のレチクルのパターンの縮小像を転写するが、濃度フィルタ55の使用によってそのショット領域の全域でほぼ均一な積算露光量与えられる。

【0042】

図5は、本例の画面継ぎを行う露光によって図1のウエハW上の一つのショット領域に露光される大きい投影像を示し、この図5において、それぞれ異なるレチクルのパターンの縮小像よりなる矩形の投影像30A、30B、30C、30Dが、 X 方向の境界部の継ぎ部30AB、30CD、及び Y 方向の境界部の継ぎ部30AC、30BDが二重に重ね合わせて露光される。更に、4個の投影像30A～30Dが隣接する矩形の継ぎ部31では、それら4個の投影像30A～30Dの矩形の角部が4重に重ね合わせて露光される。この際に、仮に図4 (a) の濃度フィルタ55と図1のレチクルステージ21上のレチクルとの回転誤差が

位置決め装置 5 によっては取りきれないときには、その回転誤差を相殺するようにレチクルステージ 21 を回転し、かつウエハステージ 25 の座標系をその回転誤差分だけ補正し、補正後の座標系に基づいてウエハ W を斜めにステップ移動させるようにすればよい。これによって、継ぎ部の露光量の誤差（ドーズ誤差）を低減できる。

【0043】

図 5 の投影像の各部の露光量を評価すると、まず投影像 30A ~ 30D の中央部の符号 A ~ D が付された領域は、濃度フィルタ 55 の透過率が 100% であるため 100% の露光量となる。

以下に、継ぎ部 30AB, 30BD, 30CD, 30AC 及び 31 の積算露光量が 100% になることを説明する。説明の簡単のため、図 4 (a) の濃度フィルタ 55 から図 5 のウエハ W までの投影倍率を 1 として、継ぎ部 30AB, 30CD の X 方向の幅を a、継ぎ部 30BD, 30AC の Y 方向の幅を b とする。また、図 5 における点 P3 を座標 (X, Y) の原点に取り、点 P3 を原点としたときの点 P の座標を (X, Y) とすると、投影像 30A, 30B, 30C, 30D の左下の点を原点としたときの座標 (X_A, Y_A) , (X_B, Y_B) , (X_C, Y_C) , (X_D, Y_D) はそれぞれ以下の通りである。

【0044】

$$(X_A, Y_A) = (X + (a + a_0), Y) \quad (11)$$

$$(X_B, Y_B) = (X, Y) \quad (12)$$

$$(X_C, Y_C) = (X + (a + a_0), Y + (b + b_0)) \quad (13)$$

$$(X_D, Y_D) = (X, Y + (b + b_0)) \quad (14)$$

上記の透過率 TA_i を座標 (X_A, Y_A) , (X_B, Y_B) , (X_C, Y_C) 及び (X_D, Y_D) 上で表した値をそれぞれ $TA_i(A)$, $TA_i(B)$, $TA_i(C)$, $TA_i(D)$ とする。

【0045】

このとき、継ぎ部 30AB における投影像 30A 及び 30B の露光量をそれぞれ AB(A) 及び AB(B) として、これらの露光量を加算して得られる積算露光量を AB とすると、(6) 式及び (4) 式よりこれらは以下になる。但

し、符号A～Dが付された領域の露光量を100%としている。

$$\begin{aligned} AB(A) &= TA_6(A) \\ &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a] \\ &= 100 (1 - X/a) [\%] \end{aligned}$$

$$AB(B) = TA_4(B) = 100 (X/a) [\%]$$

$$\begin{aligned} AB &= AB(A) + AB(B) \\ &= 100 [\%] \end{aligned} \quad (15)$$

【0046】

同様に、継ぎ部30BDにおける投影像30B及び30Dの露光量BD(B)及びBD(D)と、これらの積算露光量BDとは以下ようになる。

$$\begin{aligned} BD(B) &= TA_2(D) = 100 (Y/b) [\%] \\ BD(D) &= TA_8(B) \\ &= 100 [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b] \\ &= 100 (1 - Y/b) [\%] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BD &= BD(B) + BD(D) \\ &= 100 [\%] \end{aligned} \quad (16)$$

同様に、継ぎ部30CDにおける投影像30C及び30Dの露光量CD(C)及びCD(D)と、これらの積算露光量CDとは以下ようになる。

【0047】

$$\begin{aligned} CD(C) &= TA_6(C) \\ &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a] \\ &= 100 (1 - X/a) [\%] \end{aligned}$$

$$CD(D) = TA_4(D) = 100 (X/a) [\%]$$

$$\begin{aligned} CD &= CD(C) + CD(D) \\ &= 100 [\%] \end{aligned} \quad (17)$$

【0048】

同様に、継ぎ部30ACにおける投影像30A及び30Cの露光量AC(A)及びAC(C)と、これらの積算露光量ACとは以下ようになる。

$$AC(A) = TA_2(A) = 100 (Y/b) [\%]$$

$$\begin{aligned}
 AC(C) &= TA_8(C) \\
 &= 100 [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b] \\
 &= 100 (1 - Y/b) [\%] \\
 AC &= AC(A) + AC(C) \\
 &= 100 [\%] \quad (18)
 \end{aligned}$$

また、継ぎ部31における4個の投影像30A, 30B, 30C, 30Dの露光量をABCD(A), ABCD(B), ABCD(C), ABCD(D)として、これらの積算露光量をABCDとすると、(3)式、(1)式、(9)式、(7)式よりこれらは次のようになる。

【0049】

$$\begin{aligned}
 ABCD(A) &= TA_3(A) \\
 &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a] \cdot (Y/b) \\
 &= 100 (1 - X/a) \cdot (Y/b) \\
 ABCD(B) &= TA_1(B) \\
 &= 100 (X/a) \cdot (Y/b) \\
 ABCD(C) &= TA_9(C) \\
 &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a] \\
 &\cdot [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b] \\
 &= 100 (1 - X/a) \cdot (1 - Y/b) \\
 ABCD(D) &= TA_7(D) \\
 &= 100 (X/a) \cdot [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b] \\
 &= 100 (X/a) \cdot (1 - Y/b) \\
 ABCD &= ABCD(A) + ABCD(B) + ABCD(C) + ABCD(D) \\
 &= 100 \{ (1 - X/a) (Y/b) + (X/a) (Y/b) + (1 - X/a) (1 - Y/b) + (X/a) (1 - Y/b) \} \\
 &= 100 [\%] \quad (19)
 \end{aligned}$$

【0050】

(15)式～(19)式より、図4(a)の濃度フィルタ55を用いることに

よって、4個の投影像30A～30Dが隣接する矩形の継ぎ部31を含めて、つなぎ露光後の全部の領域で均一に100%の積算露光量が得られることが分かる。これに続いて、現像、エッチング、レジスト剥離等の工程を経ることで、ウエハW上の各ショット領域には均一な線幅の回路パターンが形成される。このような回路パターンの形成工程を繰り返すことによって、大面積で高機能の半導体デバイスが量産できる。

【0051】

但し、図5において、周辺部の領域11は重ね合わせ露光が行われなため、そのままでは露光量が外側に向けて次第に減少する。そこで、継ぎ部の中で多重露光が行われない領域は、パターン領域の外部の領域として、その領域は図1のレチクルブラインド4によって遮光すればよい。

図6は、そのようにレチクルブラインド6によって遮光する場合を示し、この図6に示すように、4個のパターンの投影像をつなぎ合わせてウエハ上の任意の露光領域を露光した場合、最外周の領域11においては、重ね合わせる他方の投影像が欠如するため、露光量が不足する不完全部となる。

【0052】

この場合、例えばレチクルにおいて、図6中の枠状の領域9A～9Dに対応する遮光帯を設け、図1のレチクルブラインド4の遮光板41、42のエッジ41A、41B、42A、42B（図2参照）の陰（像）がその遮光帯の範囲内に収まるように、主制御系24が不図示の駆動部を介してレチクルブラインド4を駆動する。これによって、上記の不完全部となる部分の照明光が遮光されるため、ウエハ上での露光量が不均一となることがない。

【0053】

また、図1において、レチクルRのパターン面と共役な面P1の近傍には濃度フィルタ55のフィルタ面が存在するため、レチクルブラインド4は濃度フィルタ55と機械的に干渉しないように、面P1から照明光学系の光軸方向にずれた位置に退避している。しかしながら、このようにレチクルブラインド4がパターン面と共役な面P1から外れるのを防止するために、更に面P1を別の共役面にリレーするリレー光学系を配置し、その共役面にレチクルブラインド4を配置す

るようにしてもよい。

【0054】

これらの場合、レチクルRに設ける遮光帯の幅は、レチクルブラインド4をデフォーカスさせたときには、このデフォーカスによるレチクルブラインド4の遮光板のエッジのぼけ量と、その遮光板の制御誤差と、その遮光板の機械的な精度と、レチクルブラインド4からレチクルRまでの光学系の収差と、その光学系のディストーション量とを総合的に考慮して設定する必要がある。

【0055】

それ以外に、レチクルブラインド4を例えばレチクルRのパターン面（下面）の底面に近接して配置するようにしてもよい。逆に、濃度フィルタ55をレチクルRのパターン面の底面に配置して、そのパターン面と共役な面P1上にレチクルブラインド4を配置するようにしてもよい。

また、濃度フィルタ55のフィルタ面を上記のように面P1に対して適正量だけデフォーカスさせて配置した場合でも、その周囲環境のクリーン度が低い場合には、そのフィルタ面に許容範囲を超える大きさの塵等の異物が付着して、その異物がレチクルRを通してウェハW上に転写される恐れがある。これを防止するためには、そのフィルタ面を保護するように例えばセルロース等の光学的に影響を与えない薄膜（防塵膜としてのペリクル）を張設することが望ましい。

【0056】

図9は、そのように濃度フィルタ55のフィルタ面P2に矩形の金属製の枠（ペリクルフレーム）57を介して防塵用の薄膜58を設置した実施の形態を示し、この図9において、レチクルのパターン面と共役な面P1を挟むように、濃度フィルタ55のフィルタ面P2と薄膜58とが配置されている。そして、薄膜58に近接してレチクルブラインド4が配置されている。これによって、フィルタ面P2には異物が付着しないと共に、薄膜58に付着した異物の像はレチクル上にデフォーカスして投影されて、悪影響を与えることが無い。また、異物検査機を別途用意しておき、必要に応じてフィルタ面P2又は薄膜58への許容範囲を超える異物の付着を確認し、このような異物が付着しているときには、濃度フィルタ55を別の異物が付着していない濃度フィルタと交換することが望ましい。

【0057】

なお、薄膜 58 の代わりに、薄膜 58 とフィルタ面 P2 との間隔程度の厚さの照明光 IL に対して透過性のガラス板を配置してもよい。この際には、そのガラス板をフィルタ面 P2 に密着させて固定してもよい。

また、面 P1 上とは異なるレチクルとの共役面にレチクルブラインド 4 を配置する場合には、図 9 の配置とは逆に、濃度フィルタ 55 のフィルタ面 P2 をレチクル側にむけて配置してもよい。

また、枠 57 の一部には外気に連通する孔が形成され、圧力変化によって薄膜 58 が変形しないように構成されている。その孔には HEP A フィルタのみならずケミカルフィルタも設けられ、イオンやシリコン系有機物のフィルタ面 P2 上への進入が阻止されている。

【0058】

次に、本発明の実施の形態の他の例につき図 7 及び図 8 を参照して説明する。本例でも基本的に図 1 の投影露光装置と同じ構成の投影露光装置を用いて、複数のレチクルのパターンの投影像を画面継ぎを行いながらウエハ上に露光する。但し、本例では図 1 (図 4 (a)) の濃度フィルタ 55 の代わりに、図 7 (a) の濃度フィルタ 56 を用いる点が異なっている。これ以外は、変形例などを含めて先の実施形態の構成を適用することができる。以下では図 7 及び図 8 においてそれぞれ図 4 及び図 5 に対応する部分には同一符号を付して、濃度フィルタ 56 の透過率分布、及び画面継ぎを行いつつ露光を行って得られる露光量分布につき説明する。

【0059】

図 7 (a) は本例の濃度フィルタ 56 のフィルタ部を示し、この図 7 (a) において、つなぎ露光する際に重ね合わせて露光する x 方向の両端の継ぎ部 56 a, 56 b の幅を a、y 方向の両端の継ぎ部 56 c, 56 d の幅を b として、継ぎ部 56 a ~ 56 d で囲まれた内部の領域の x 方向の幅を a_0 、y 方向の幅を b_0 とする。また、その矩形のフィルタ部の左下の頂点を位置 x 及び位置 y の原点とすると、そのフィルタ部の x 方向及び y 方向の範囲は次のようになる。

【0060】

$$0 \leq x \leq 2a + a_0, \quad 0 \leq y \leq 2b + b_0$$

そして、フィルタ部内の座標 (x, y) の点Pでの透過率を $T(x, y)$ とすると、透過率 $T(x, y)$ は次のように領域 (B_i) ($i = 1 \sim 11$) 別に TB_i に設定されている。本例でも、透過率 TB_i を露光量 Q_i で置き換えることが可能である。

【0061】

領域 (B1) : $0 \leq x < a, \quad 0 \leq y < b$ 、かつ $(x/a) + (y/b) > 1$

$$TB_1 = 100 \{ (x/a) + (y/b) - 1 \} [\%] \quad (21)$$

領域 (B2) : $a \leq x \leq a + a_0, \quad 0 \leq y < b$

$$TB_2 = 100 (y/b) [\%] \quad (22)$$

領域 (B3) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0, \quad 0 \leq y < b$ 、かつ $bx + ay \leq b(2a + a_0)$

$$TB_3 = 100 (y/b) [\%] \quad (23)$$

領域 (B4) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0, \quad 0 \leq y < b$ 、かつ $bx + ay > b(2a + a_0)$

$$TB_4 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\} / a] [\%] \quad (24)$$

領域 (B5) : $0 \leq x \leq a, \quad b \leq y \leq b + b_0$

$$TB_5 = 100 (x/a) [\%] \quad (25)$$

領域 (B6) : $a \leq x \leq a + a_0, \quad b \leq y \leq b + b_0$

$$TB_6 = 100 [\%] \quad (26)$$

領域 (B7) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0, \quad b \leq y \leq b + b_0$

$$TB_7 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\} / a] [\%] \quad (27)$$

【0062】

領域 (B8) : $0 \leq x < a, \quad b + b_0 < y \leq 2b + b_0$ 、かつ $bx + ay \leq a(2b + b_0)$

$$TB_8 = 100 (x/a) [\%] \quad (28)$$

領域 (B9) : $0 \leq x < a, \quad b + b_0 < y \leq 2b + b_0$ 、かつ $bx + ay > a(2b + b_0)$

$$TB_9 = 100 [1 - \{y - b + b_0\} / b] [\%] \quad (29)$$

領域 (B10) : $a \leq x \leq a + a_0$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$TB_{10} = 100 [1 - \{y - b + b_0\} / b] [\%] \quad (30)$$

領域 (B11) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$ 、
かつ $bx + ay \leq 3ab + ab_0 + a_0b$

$$TB_{11} = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\} / a - \{y - (b + b_0)\} / b] [\%] \quad (31)$$

【0063】

その他の領域では以下のようになる。

$$T(x, y) = 0 [\%]$$

【0064】

この場合、フィルタ領域の左下の三角形の角部である領域 (B1) の透過率 T_{B1} は、 x 方向に外側に一次元的に低下する分布 (x/a) と、 y 方向に外側に一次元的に低下する分布 (y/a) とを足し合わせた値に基づいて設定されている。この領域 (B1) の DD 線に沿う透過率 T は、図 7 (d) に示すように、斜め方向の位置 y' に沿って外側に線形に減少している。そして、フィルタ領域の右上の三角形の角部の領域 (B11) の透過率 T_{B11} も、透過率 T_{B1} と対称に設定されている。

【0065】

また、フィルタ領域の右下の矩形の角部は隣接する三角形の領域 (B3) , (B4) に分けられ、対応する透過率 T_{B3} 及び T_{B4} はそれぞれ y 方向に外側に一次元的に低下する分布、及び x 方向に外側に一次元的に低下する分布である。同様に、フィルタ領域の左上の矩形の角部も隣接する三角形の領域 (B8) , (B9) に分けられ、対応する透過率 T_{B8} 及び T_{B9} は、透過率 T_{B4} 及び T_{B3} と対称に設定されている。また、図 7 (a) の BB 線に沿う領域での透過率 T は、図 7 (b) に示すように位置 x に関して線形に 0 から 1 (100%) まで変化しており、図 7 (a) の CC 線に沿う領域での透過率 T は、図 7 (c) に示すように位置 y に関して線形に 0 から 1 (100%) まで変化している。

【0066】

本例でも、図 7 (a) の透過率分布を持つ濃度フィルタ 56 を介して図 1 のレ

チクルステージ 2 1 上のレチクルを照明し、画面継ぎを行いながらそのレチクルのパターンの縮小像をウエハ W 上のショット領域に露光する。

図 8 は、本例の画面継ぎを行う露光によって図 1 のウエハ W 上の一つのショット領域に露光される大きい投影像を示し、この図 8 において、それぞれ異なるレチクルのパターンの縮小像よりなる矩形の投影像 3 2 A, 3 2 B, 3 2 C, 3 2 D が、X 方向の境界部の継ぎ部 3 2 A B, 3 2 C D、及び Y 方向の境界部の継ぎ部 3 2 A C, 3 2 B D が二重に重ね合わせられるように露光される。更に、4 個の投影像 3 2 A ~ 3 2 D が隣接する矩形の継ぎ部は、斜めの境界線 3 5 を挟んで三角形の継ぎ部 3 3 及び 3 4 に分かれ、継ぎ部 3 3 では投影像 3 2 A, 3 2 B, 3 2 D の一部が 3 重に重ね合わせて露光され、継ぎ部 3 4 では投影像 3 2 A, 3 2 C, 3 2 D の一部が 3 重に重ね合わせて露光される。

【 0 0 6 7 】

図 8 の投影像の各部の露光量を評価すると、まず投影像 3 2 A ~ 3 2 D の中央部の符号 A ~ D が付された領域は、濃度フィルタ 5 6 の透過率が 1 0 0 % であるため 1 0 0 % の露光量となる。また、継ぎ部 3 2 A B, 3 2 B D, 3 2 C D, 3 2 A C の積算露光量は、図 5 の実施の形態と同様に 1 0 0 % となる。以下に、継ぎ部 3 3, 3 4 の積算露光量も 1 0 0 % になることを説明する。図 5 と同様に、図 8 における点 P 3 を座標 (X, Y) の原点に取り、点 P 3 を原点としたときの点 P の座標を (X, Y) とすると、投影像 3 2 A, 3 2 B, 3 2 C, 3 2 D の左下の点を原点としたときの座標 (X_A, Y_A), (X_B, Y_B), (X_C, Y_C), (X_D, Y_D) はそれぞれ以下の通りである。

【 0 0 6 8 】

$$(X_A, Y_A) = (X + (a + a_0), Y) \quad (32)$$

$$(X_B, Y_B) = (X, Y) \quad (33)$$

$$(X_C, Y_C) = (X + (a + a_0), Y + (b + b_0)) \quad (34)$$

$$(X_D, Y_D) = (X, Y + (b + b_0)) \quad (35)$$

上記の透過率 T B_i を座標 (X_A, Y_A), (X_B, Y_B), (X_C, Y_C) 及び (X_D, Y_D) 上で表した値をそれぞれ T B_i(A), T B_i(B), T B_i(C), T B_i(D) とする。

【 0 0 6 9 】

このとき、継ぎ部 3 3 及び 3 4 の境界線 3 5 は、 $(X/a) + (Y/b) = 1$ で表される。また、継ぎ部 3 4 における投影像 3 2 A, 3 2 C, 3 2 D の露光量を ABCD1(A), ABCD1(C), ABCD1(D) とすると、これらは以下ようになる。

$$ABCD1(A) = TB_3(A)$$

$$= 100 (Y/b)$$

$$ABCD1(C) = TB_{11}(C)$$

$$= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a] - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b]$$

$$= 100 (1 - X/a - Y/b)$$

$$ABCD1(D) = TB_8(D)$$

$$= 100 (X/a)$$

【 0 0 7 0 】

従って、継ぎ部 3 4 における積算露光量 ABCD1 は以下ようになる。

$$ABCD1 = ABCD1(A) + ABCD1(C) + ABCD1(D)$$

$$= 100 \{ (Y/b) + (1 - X/a - Y/b) + (X/a) \}$$

$$= 100 [\%] \quad (36)$$

同様に、継ぎ部 3 3 における投影像 3 2 A, 3 2 B, 3 2 D の露光量を ABCD2(A), ABCD2(B), ABCD2(D) とすると、これらは以下ようになる。

【 0 0 7 1 】

$$ABCD2(A) = TB_4(A)$$

$$= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a]$$

$$= 100 (1 - X/a) \cdot (Y/b)$$

$$ABCD2(B) = TB_1(B)$$

$$= 100 (X/a + Y/b - 1)$$

$$ABCD2(D) = TB_9(D)$$

$$= 100 [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b]$$

$$= 100 (1 - Y/b)$$

【 0 0 7 2 】

従って、継ぎ部 3 3 における積算露光量 ABCD2 は以下のようになる。

$$\begin{aligned} \text{ABCD2} &= \text{ABCD2(A)} + \text{ABCD2(B)} + \text{ABCD2(D)} \\ &= 100 \{ (1 - X/a) + (X/a + Y/b - 1) + (1 - Y/b) \} \\ &= 100 [\%] \quad (37) \end{aligned}$$

よって、図 8 の実施の形態においても、4 個の投影像 3 2 A ~ 3 2 D が隣接する矩形の領域（継ぎ部 3 3, 3 4）で、その他の領域と同じ露光量が得られるため、投影像の全体で露光量均一性が維持される。

【0073】

なお、上記の実施の形態は、つなぎ露光方式で半導体デバイス、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等を製造する場合に本発明を適用したものであるが、本発明はつなぎ露光方式でマスクとしてのワーキングレチクルを製造する場合にも適用することができる。この場合には、レチクルパターンを拡大した原版パターンを複数個に分割し、分割された原版パターンを複数のマスターレチクルに描画しておく。そして、これらの複数枚のマスターレチクルのパターンの縮小像を上記の実施の形態のように、濃度フィルタ 5 5, 5 6 を用いてつなぎ露光方式でガラス基板等のマスク基板上に転写する。このマスク基板上には予めクロム等の遮光膜が形成され、この上にフォトリソが塗布されている。そこで、つなぎ露光後に現像、エッチング及びレジスト剥離等を行うことで、高精度に、かつ高い線幅均一性でワーキングレチクルが製造される。なお、電子線露光装置や後述の EUV 露光装置ではワーキングレチクルのマスク基板としてシリコンウエハなどが用いられる。特に EUV 露光装置では反射型のワーキングレチクルが使用される。

【0074】

なお、上記の実施の形態の投影露光装置において、照明光 IL として ArF エキシマレーザ光等の真空紫外域の短波長の紫外光を使用する場合には、照明光学系の光路上には窒素ガス (N₂) やヘリウムガス (He) 等の透過率の高い気体がパージされる。この場合には図 9 において、薄膜 5 8 と枠 5 7 と濃度フィルタ 5 5 とで囲まれる空間にその高透過率の気体を充てんしておくか、又は枠 5 7 に

設けた開口を介してその気体を流すことが望ましい。

【0075】

また、図1において、照度均一化光学系2としてロッド・インテグレータを用いる場合には、この射出面に近接してレチクルブラインド4を配置し、かつレチクルブラインド4に近接して濃度フィルタ55を設けることができる。あるいは、そのロッド・インテグレータとレチクルとの間でその射出面と共役な面、又はこの面からわずかにずらした面に濃度フィルタ55のフィルタ面を配置してもよい。

【0076】

さらに、レチクル上のパターン領域の大きさや形状に応じて濃度フィルタ55を交換できる構成としておくことが望ましい。この際に、その交換を自動的に行うために、サイズの異なる複数の濃度フィルタを位置決め装置5上のターレット板などに固定しておくともよい。

また、上記の実施の形態は本発明を一括露光型の投影露光装置に適用したものであるが、本発明はプロキシミティ方式の露光装置でつなぎ露光を行う場合にも同様に適用することができる。更に本発明は、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の投影露光装置でつなぎ露光を行う場合にも適用することができる。そして、本発明は、例えば波長5nm～15nm程度の軟X線やX線等の極端紫外光（EUV光）を露光ビームとするEUV露光装置でつなぎ露光を行う場合にも適用することができる。EUV光を用いる場合には、透過性の材料が殆ど無いため、濃度フィルタ（減光フィルタ）としては反射型の基板上に所定の反射率分布で反射膜（例えばモリブデンとシリコンとの多層膜、又はモリブデンとベリリウムとの多層膜）を形成した反射型のフィルタを使用してもよい。

【0077】

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0078】

【発明の効果】

本発明によれば、複数枚のパターンを2次元的に画面継ぎを行いながら転写す

る場合、4枚のパターンが隣接する部分での積算露光量を他の部分での積算露光量とほぼ同じにできる利点がある。従って、大型の半導体デバイス等のパターンを高精度に露光できると共に、最終的に製造される大型のデバイス中の継ぎ部で欠陥を生じることがない。

【0079】

また、本発明のマスクの製造方法によれば、画面継ぎを行う方法で大型のマスクであっても欠陥を生じることなく、高精度にかつ高スループットで製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の一例で使用する投影露光装置を示す概略構成図である。

【図2】 図1中のレチクルブラインド4の構成例を示す拡大図である。

【図3】 図1中の位置決め装置5の可動ステージの構成を示す拡大斜視図である。

【図4】 図1中の濃度フィルタ55の透過率分布を示す図である。

【図5】 図4の濃度フィルタ55を用いて画面継ぎを行いながら転写を行って得られる投影像を示す図である。

【図6】 レチクルブラインドによって不完全部を除く方法の説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態の他の例の濃度フィルタ56の透過率分布を示す図である。

【図8】 図7の濃度フィルタ56を用いて画面継ぎを行いながら転写を行って得られる投影像を示す図である。

【図9】 濃度フィルタ55に防塵用の薄膜を設けた実施の形態の要部を示す一部を切り欠いた図である。

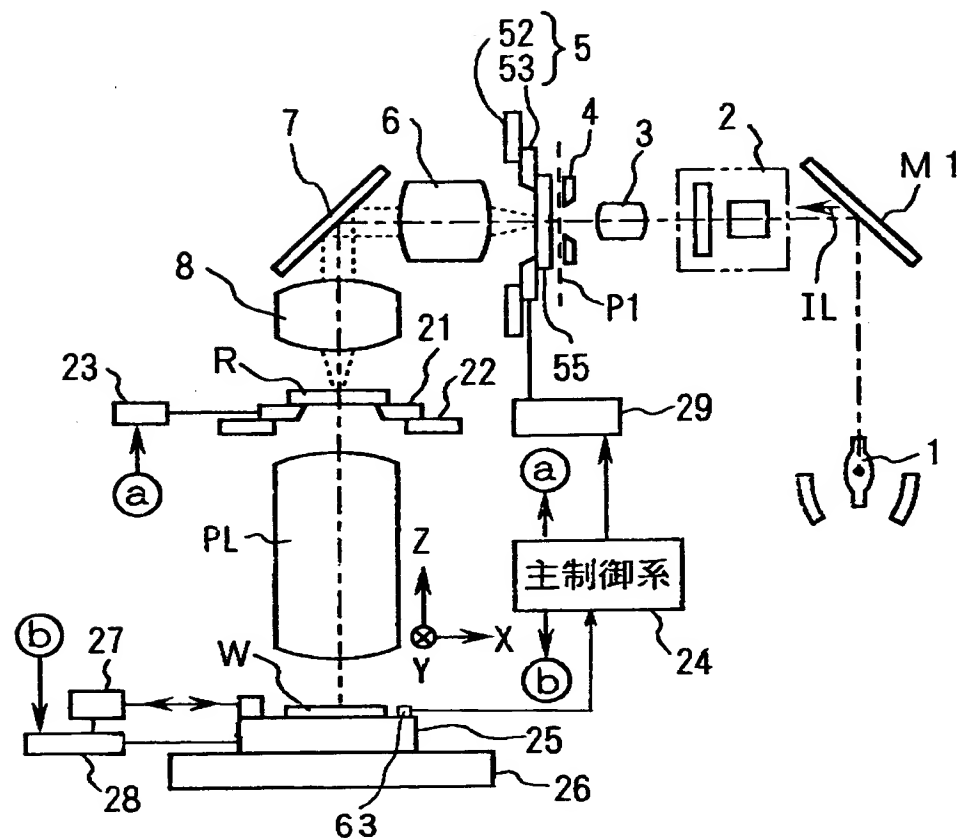
【符号の説明】

1…光源、4…レチクルブラインド、5…位置決め装置、R…レチクル、PL…投影光学系、W…ウェハ、24…主制御系、30A～30D…投影像、30AB, 30BD, 30CD, 30AC, 31…継ぎ部、32A～32D…投影像、

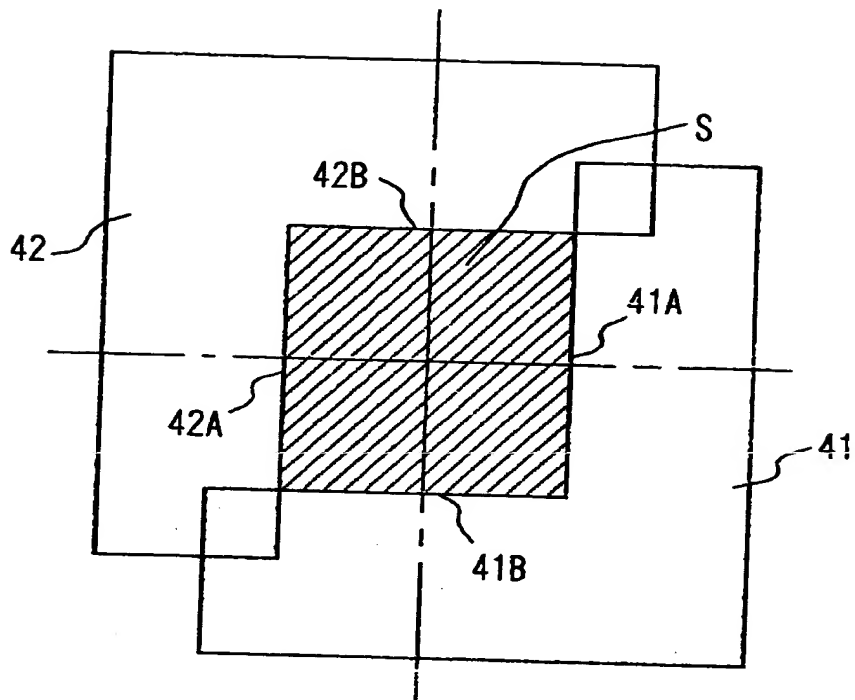
32AB, 32BD, 32CD, 32AC, 33, 34…継ぎ部、52, 53…
可動ステージ、55, 56…濃度フィルタ、55a~55d, 56a~56d…
継ぎ部

【書類名】 図面

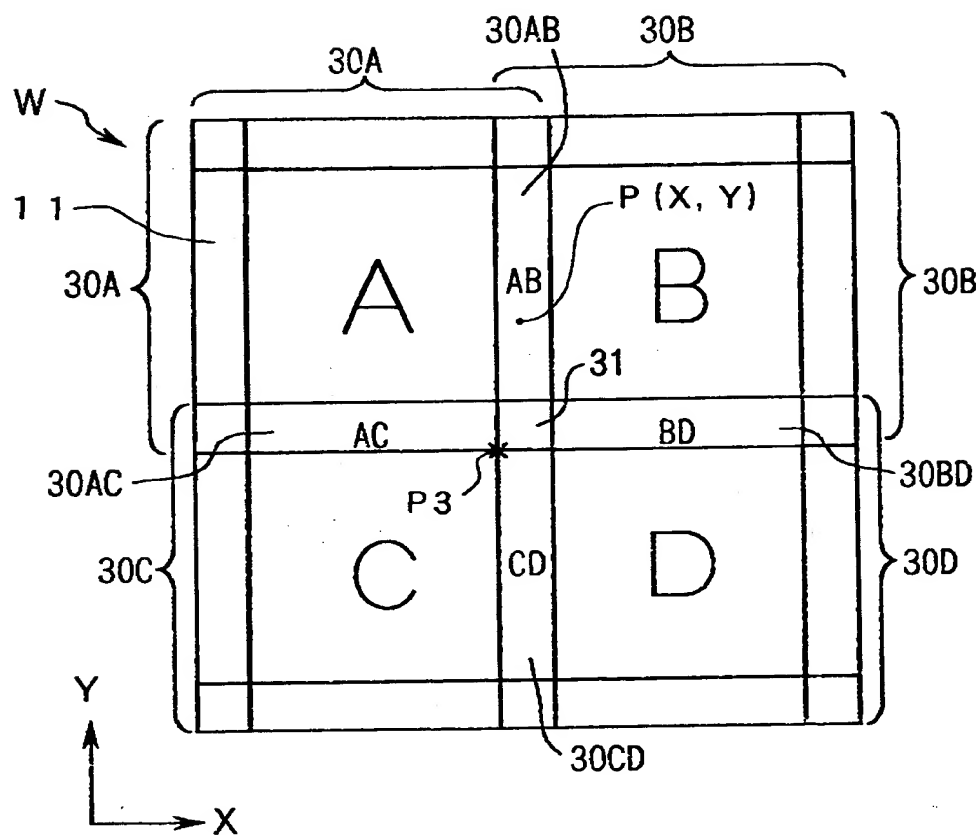
【図 1】



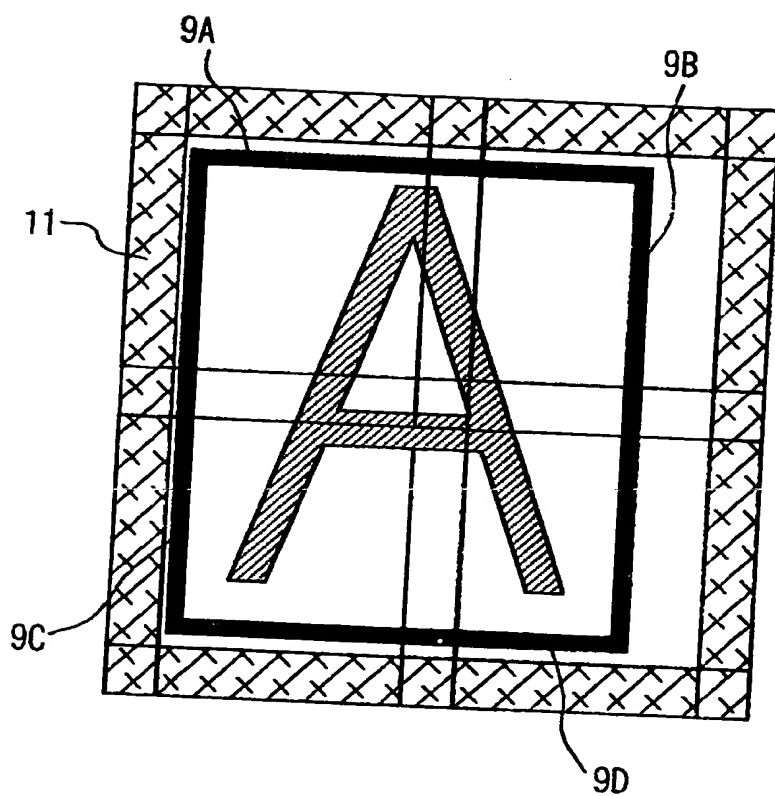
【図 2】



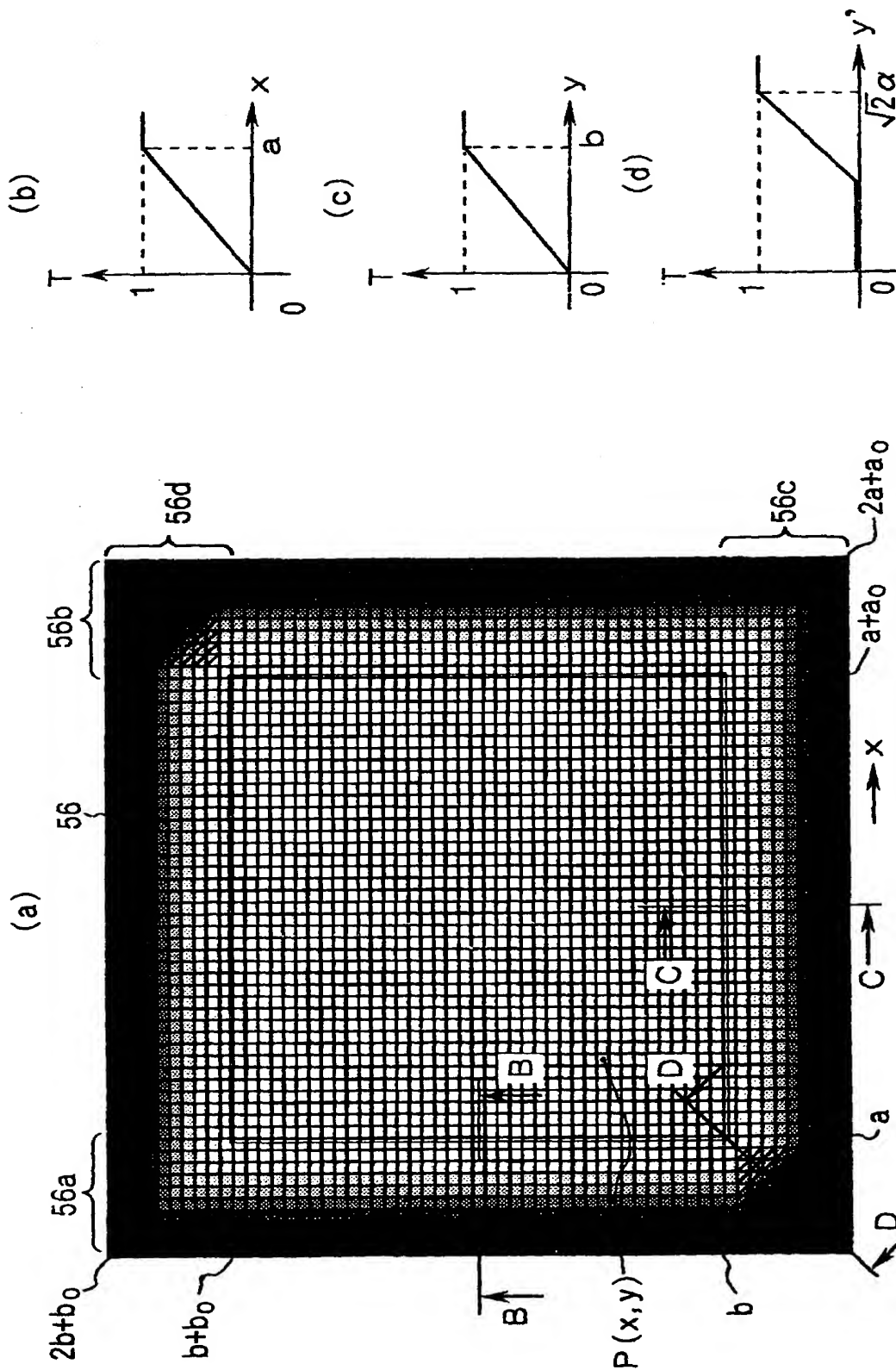
【図 5】



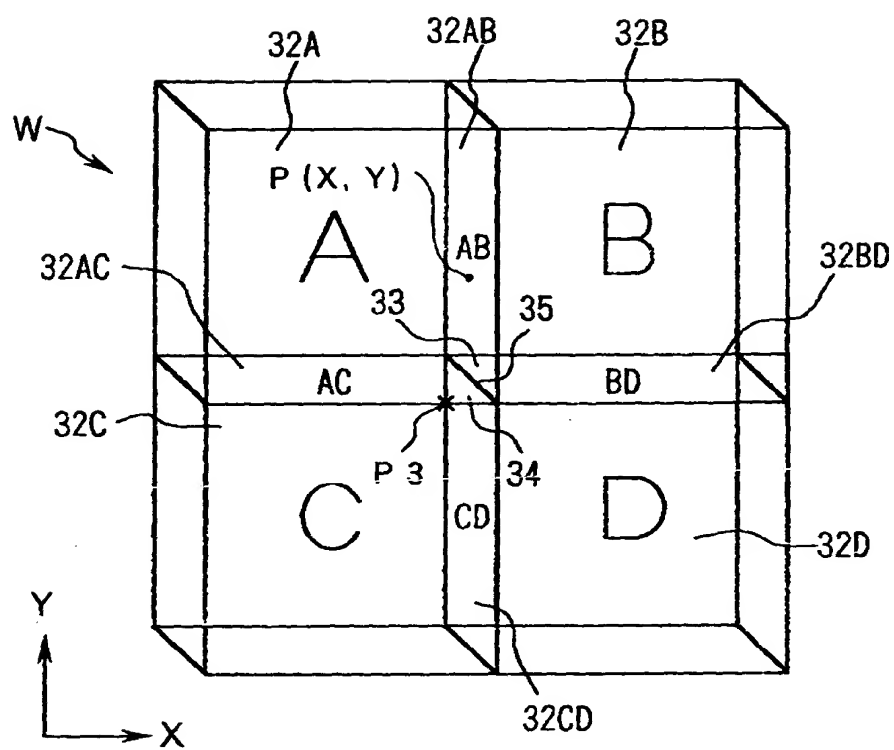
【図 6】



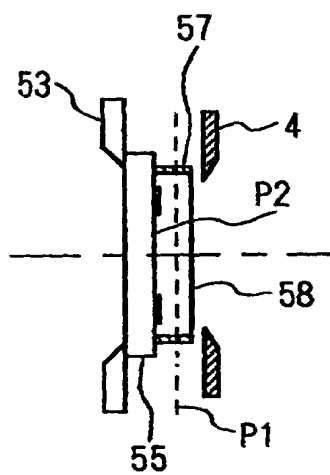
【图 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数枚のパターンを 2 次元的に画面継ぎを行いながら転写する場合、4 枚のパターンが隣接する部分での積算露光量を他の部分での積算露光量とほぼ同じにする。

【解決手段】 ウエハ上にレチクルのパターンの投影像 3 0 A ~ 3 0 D を X 方向、Y 方向に一部の領域が重なるように継ぎ合わせて露光する。4 個の投影像 3 0 A ~ 3 0 D が隣接する領域（継ぎ部 3 1）では、各投影像 3 0 A ~ 3 0 D の矩形の角部の露光量分布を、それぞれ X 方向に次第に減少する第 1 の特性と Y 方向に次第に減少する第 2 の特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定する。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン

特 許 協 力 条 約

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
(PCT36条及びPCT規則70)

REC'D 13 JUL 2001

WIPQ PCT

出願人又は代理人 の書類記号 00/06247	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/01540	国際出願日 (日.月.年) 14.03.00	優先日 (日.月.年) 26.03.99
国際特許分類(IPC) Int. Cl ⁷ H01L21/027 G03F7/20 G03F1/08		
出願人(氏名又は名称) 株式会社ニコン		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。 <input type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で _____ ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。 I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 18.10.00	国際予備審査報告を作成した日 26.06.01	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 岩本 勉 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	2M 9355

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1-27	有
	請求の範囲		無
進歩性 (IS)	請求の範囲	1-27	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-27	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

・請求の範囲1-27

基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、前記各パターンよりも大きいパターンを基板上に露光する露光方法において、4個のパターンが隣接する領域で4個のパターンの角部を互いに重ね合わせて露光する際に、各パターンの角部の露光量を第1の方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、第2の方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定することは、国際調査で提示した何れの文献にも記載されておらず、また、当業者にとって自明な事項でもない。

